

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002272087
PUBLICATION DATE : 20-09-02

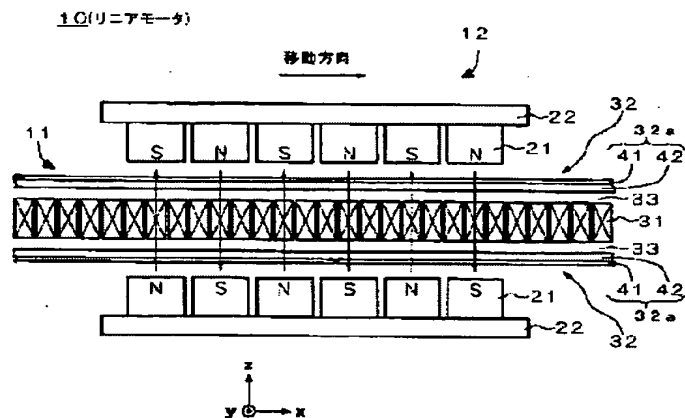
APPLICATION DATE : 15-03-01
APPLICATION NUMBER : 2001074336

APPLICANT : NIKON CORP;

INVENTOR : TANAKA TOSHIHISA;

INT.CL. : H02K 41/03 H01L 21/027 H02K 9/19
H02K 41/02

TITLE : ARMATURE UNIT, MOTOR, STAGE
APPARATUS, EXPOSURE
APPARATUS, AND METHOD OF
MANUFACTURING DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inexpensive armature unit, a motor, a stage apparatus, an exposure apparatus, and the method of manufacturing a device wherein the amount of an eddy current in a housing (cooling jacket) for covering the coil of the armature unit can be reduced, and the housing is hard to be deteriorated even when exposing it to a high-energy light beam.

SOLUTION: The armature unit has a coil 31 and a housing 32 for storing the coil inside. A flow passage 33 for a cooling medium is formed between the coil and the housing. Further, the exposed portion of the housing to the magnetic field caused by an external magnetism generating body is made of a light-resistant non-conductive material 32a.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-272087

(P2002-272087A)

(43) 公開日 平成14年9月20日 (2002.9.20)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 2 K	41/03	H 0 2 K 41/03	A 5 F 0 4 6
H 0 1 L	21/027	9/19	A 5 H 6 0 9
H 0 2 K	9/19	41/02	Z 5 H 6 4 1
	41/02	H 0 1 L 21/30	5 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2001-74336(P2001-74336)

(22) 出願日 平成13年3月15日 (2001.3.15)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 田中 稔久

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

(74) 代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

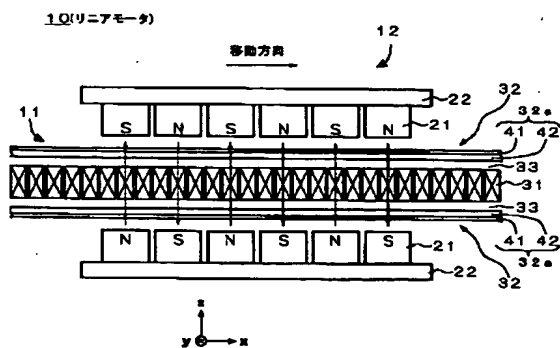
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電機子ユニット、モータ、ステージ装置、露光装置、および、デバイスの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 コイルを覆う筐体(冷却ジャケット)における渦電流の発生量を低減できると共に、高エネルギーの光線に晒されても劣化し難い安価な電機子ユニット、モータ、ステージ装置、露光装置、および、デバイスの製造方法を提供する。

【解決手段】 コイル31と、該コイルを内部に収容する筐体32とを備える。コイルと筐体との間には、冷却媒体用の流路33が形成される。さらに、筐体のうち、外部の発磁体から磁場を受ける部分は、耐光性を有する非導電材32aである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 コイルと、該コイルを内部に収容する筐体とを備えた電機子ユニットにおいて、前記筐体のうち、外部の発磁体から磁場を受ける部分は、耐光性を有する非導電材であることを特徴とする電機子ユニット。

【請求項2】 コイルと、該コイルを内部に収容する筐体とを備えた電機子ユニットにおいて、前記筐体のうち、外部の発磁体から磁場を受ける部分は、前記磁場の方向に複数種類の異なる材料が積層された積層部であり、前記積層部は、外部に露出している耐光材料と、前記耐光材料の内側に隣接している非磁性の非導電材料とを有することを特徴とする電機子ユニット。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の電機子ユニットにおいて、前記耐光性を有する非導電材または前記耐光材料は、非磁性の導電材料であることを特徴とする電機子ユニット。

【請求項4】 請求項1から請求項3の何れか1項に記載の電機子ユニットにおいて、前記耐光性を有する非導電材または前記積層部は、前記筐体のうち、前記発磁体から所定値以上の磁場を受ける部分に設けられていることを特徴とする電機子ユニット。

【請求項5】 請求項1から請求項4の何れか1項に記載の電機子ユニットにおいて、前記コイルと前記筐体との間に冷却媒体用の流路が形成され、前記耐光性を有する非導電材または前記積層部の厚さは、該耐光性を有する非導電材または前記積層部の厚さと、前記冷却媒体による前記耐光性を有する非導電材または前記積層部の最大変形量と、の和が最小となるように決定されることを特徴とする電機子ユニット。

【請求項6】 請求項1から請求項4の何れか1項に記載の電機子ユニットにおいて、前記コイルと前記筐体との間に冷却媒体用の流路が形成され、前記耐光性を有する非導電材または前記積層部の厚さ、および前記筐体のうち前記耐光性を有する非導電材または前記積層部に隣接する部分の厚さは、前記冷却媒体による各々の部位での変形量の差に応じて決定されることを特徴とする電機子ユニット。

【請求項7】 請求項2に記載の電機子ユニットにおいて、前記耐光材料は、オーステナイト系ステンレス鋼であり、前記非磁性の非導電材料は、カーボン繊維強化プラスチックであることを特徴とする電機子ユニット。

【請求項8】 請求項1から請求項7の何れか1項に記

載した電機子ユニットと、

前記発磁体を有すると共に、前記電機子ユニットとの間で相対移動可能な発磁体ユニットとを備え、前記電機子ユニットによって固定子または可動子が構成され、前記発磁体ユニットによって可動子または固定子が構成されることを特徴とするモータ。

【請求項9】 請求項8に記載のモータにおいて、前記相対移動の方向に交差する方向に関して、前記電機子ユニットの前記筐体の前記耐光性を有する非導電材または前記積層部は、前記発磁体より小さく、前記筐体のうち、前記交差する方向に前記耐光性を有する非導電材または前記積層部と隣接する部分は、前記耐光性を有する非導電材または前記積層部より厚い非磁性の導電材料にて構成されていることを特徴とするモータ。

【請求項10】 請求項8または請求項9に記載のモータにおいて、前記電機子ユニットによって固定子が構成されると共に、前記発磁体ユニットによって可動子が構成され、前記相対移動の方向に関して、前記電機子ユニットの前記筐体の前記耐光性を有する非導電材または前記積層部は、前記発磁体ユニットの前記発磁体が相対移動する範囲、または、該相対移動する範囲より狭い範囲に設けられ、

前記筐体のうち、前記相対移動する範囲の外側に位置する部分には、前記発磁体ユニットに対して粘性抵抗力を発生する制動部が設けられることを特徴とするモータ。

【請求項11】 請求項10に記載のモータにおいて、前記筐体のうち、前記相対移動の方向に前記耐光性を有する非導電材または前記積層部と隣接する部分は、非磁性の導電材料にて構成されていることを特徴とするモータ。

【請求項12】 請求項8から請求項11の何れか1項に記載のモータにおいて、前記電機子ユニットによって固定子が構成されると共に、前記発磁体ユニットによって可動子が構成され、前記可動子が最高速度で動作する領域に対応する前記筐体の部分には、前記耐光性を有する非導電材または前記積層部を用いることを特徴とするモータ。

【請求項13】 請求項8から請求項12の何れか1項に記載のモータがステージ部の駆動手段として用いられていることを特徴とするステージ装置。

【請求項14】 基板上に所定のパターンを形成する露光装置であって、請求項13に記載のステージ装置を備えていることを特徴とする露光装置。

【請求項15】 所定のパターンが形成されたデバイスを製造するに当たり、請求項14に記載の露光装置を用いて、感光剤が塗布されたウエハに、レチクルの回路パターンを転写する工程を有することを特徴とするデバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コイルを冷却する機構を備えた電機子ユニット、モータ、ステージ装置、露光装置、および、デバイスの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、モータの電機子ユニットとして、冷却機構を備えたものが知られている。この冷却機構は、モータの作動時に、電機子ユニットのコイルを強制冷却するために用いられる機構である。冷却機構を用いてコイルを強制冷却することで、より多くの電流を供給しても、モータ動作時の温度上昇を抑制でき、モータの推進力を高めることができる。

【0003】ここで、従来の冷却機構を備えた電機子ユニットについて、リニアモータを例に説明する。図20(断面図)に示すリニアモータ100は、ムービングマグネット型であり、ステージ装置のベース(何れも不図示)に固定された電機子ユニット101に沿って、磁石ユニット102が直線移動する構成となっている。なお、磁石ユニット102には、ヨーク103の内側に、複数の磁石(発磁体)104が固定されている。磁石ユニット102は、磁石104の配列方向に沿って周期的な磁束密度分布の磁場を形成する。また、電機子ユニット101には、冷却ジャケット105の内部に、複数のコイル106が固定されている。そして、冷却ジャケット105とコイル106との間には、冷却媒体用の流路107が形成されている。

【0004】このリニアモータ100では、電機子ユニット101のコイル106に電流を供給すると、コイル106を流れる電流と磁石ユニット102による磁場とが作用し合う結果、推進力が発生し、磁石ユニット102が直線移動する。また、この作動時、電機子ユニット101の流路107には、冷却媒体が一定の流量および圧力で流される。したがって、電流が供給されているコイル106は、冷却媒体によって強制冷却される。その結果、より多くの電流を供給しても、リニアモータ100の動作時の温度上昇を抑制でき、モータの推進力を高めることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のリニアモータ100では、冷却ジャケット105が金属材料のみで構成されているため、作動中に磁石ユニット102が直線移動して、冷却ジャケット105を貫く磁束Φが時間的に変化すると、冷却ジャケット105に大きな渦電流Ia(図21)が発生してしまう。図21は、図20のA-A断面図である。

【0006】そして、冷却ジャケット105に上記の渦電流Iaが発生すると、リニアモータ100の可動子(磁石ユニット102)には、移動方向とは逆方向の大きな制動力(粘性抵抗 F_1)が加わってしまい、可動子(磁

石ユニット102)の移動速度が変動(低下)する。このため、冷却ジャケット105に発生する渦電流Iaは、できるだけ小さいことが望まれる。ちなみに、渦電流Iaは、冷却ジャケット105の電気伝導率 σ と磁石ユニット102の移動速度Vと磁束密度Bに比例する。また、磁石ユニット102に加わる粘性抵抗 F_1 は、渦電流Iaと磁束密度Bとその磁束を受ける面積に比例する。

【0007】なお、上記した可動子(磁石ユニット102)の移動速度の低下は、電機子ユニット101のコイル106に供給する電流を増加させて推進力を補うことにより、ある程度は回避可能である。しかし、コイル106に供給する電流を増加させた分だけ、推進力のリップル成分(推進力が可動子の位置によって変動する成分)が大きくなる、つまり、リニアモータ100の振動が大きくなるという別の問題が発生してしまう。

【0008】ところで、近年、冷却ジャケット105を絶縁材料のみで構成することが提案された(例えば特開平10-127035号公報)。この構成によれば、作動時、冷却ジャケット105に渦電流Iaが発生することはない。しかし、このリニアモータが高エネルギーの光線(例えば紫外線)を利用した装置(例えば露光装置)に組み込まれた場合、冷却ジャケット105が高エネルギーの光線に晒され、劣化し易いという問題があった。また、冷却ジャケット105の全体をセラミック等の絶縁材料のみで構成するため、高価になるという問題もあった。

【0009】上記した問題は、ムービングコイル型のリニアモータにも同様に発生する。また、リニアモータに限らず、コイルの冷却機構を電機子ユニットに備えたモータであれば、全てに共通の問題である。本発明の目的は、コイルを覆う筐体(冷却ジャケット)における渦電流の発生量を低減できると共に、高エネルギーの光線に晒されても劣化し難い安価な電機子ユニット、モータ、ステージ装置、露光装置、および、デバイスの製造方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の電機子ユニットは、コイルと、該コイルを内部に収容する筐体とを備えている。さらに、上記の筐体のうち、外部の発磁体から磁場を受ける部分は、耐光性を有する非導電材である。この電機子ユニットでは、筐体のうち磁場を受ける部分の少なくとも一部が非導電性を有するため、外部の発磁体から受ける磁場が時間的に変化しても、筐体における全体的な渦電流の発生量を非常に小さく抑えることができる。さらに、筐体のうち磁場を受ける部分の少なくとも一部が耐光性を有するため、当該電機子ユニットが高エネルギーの光線に晒されても、筐体が劣化することはない。

【0011】また、本発明の電機子ユニットは、好まし

くは、筐体のうち磁場を受ける部分が、磁場の方向に複数種類の異なる材料が積層された積層部である。また、上記の積層部は、外部に露出している耐光材料と、該耐光材料の内側に隣接している非磁性の非導電材料である。この電機子ユニットでは、外部の発磁体から受ける磁場が時間的に変化しても、筐体の非導電材料に渦電流が発生することはない。また、非導電材料の分だけ耐光材料を薄くできるため、仮に、耐光材料に渦電流が発生しても、筐体における全体的な渦電流の発生量を非常に小さく抑えることができる。さらに、非導電材料の外側に耐光材料を配置したため、当該電機子ユニットが高エネルギーの光線に晒されても、筐体が劣化することはない。

【0012】本発明のモータは、上記した電機子ユニットと、発磁体を有すると共に電機子ユニットとの間で相対移動可能な発磁体ユニットとを備えている。そして、上記の電機子ユニットによって固定子または可動子が構成され、上記の発磁体ユニットによって可動子または固定子が構成されている。このモータでは、電機子ユニットの筐体における渦電流の発生量を非常に小さく抑えることができるため、可動子に加わる粘性抵抗力を非常に小さくできる。また、可動子に加わる粘性抵抗力が非常に小さいため、電機子ユニットのコイルに供給する電流を小さくできる。その結果、可動子の振動が小さくなる。

【0013】本発明のステージ装置は、上記したモータがステージ部の駆動手段として用いられているものである。このステージ装置では、モータを構成する可動子の振動が小さいため、ステージ部に対する精密な位置決め制御が可能となり、ステージ装置全体として高機能化が図られる。本発明の露光装置は、基板上に所定のパターンを形成する露光装置であって、上記したステージ装置を備えている。この露光装置では、ステージ部に対する精密な位置決め制御が可能のため、露光装置全体として高機能化が図られる。

【0014】本発明の製造方法は、所定のパターンが形成されたデバイスを製造するに当たり、上記した露光装置を用いて、感光剤が塗布されたウエハに、レチクルの回路パターンを転写する工程を有するものである。この製造方法によれば、高精度なデバイスを効率良く製造できる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施形態を詳細に説明する。

【0016】(第1実施形態)本発明の第1実施形態は、請求項1～請求項12に対応する。第1実施形態のリニアモータ10は、ムービングマグネット型であり、図1に示すように、固定子の電機子ユニット11と、可動子の磁石ユニット12(発磁体ユニット)とで構成されている。

【0017】電機子ユニット11は、外形が細長い薄板状であり、両端11a, 11b側においてステージ装置のベース(何れも不図示)に固定されている。以下、電機子ユニット11の長手方向をx方向、幅方向をy方向とし、xy方向に垂直な方向をz方向とする。磁石ユニット12は、外形が筒状で、電機子ユニット11を挿入する矩形状の中空部を有する。この磁石ユニット12は、電機子ユニット11に沿ってx方向に移動可能である。なお、磁石ユニット12には、ステージ装置のベースに対して移動する可動ステージ(不図示)が固定されている。

【0018】次に、リニアモータ10を構成する磁石ユニット12の内部構成と、電機子ユニット11の内部構成とについて、図2, 図3を用いて順に説明する。図2は、図1のA-A断面図である。図3はB-B断面図である。磁石ユニット12は、図2, 図3に示すように、複数の永久磁石21(発磁体)と、ヨーク22とで構成されている。各々の永久磁石21は、外形が細長く、長手方向がy方向に揃えられている。複数の永久磁石21は、2列に分けられ、異極どうしが対向する向きでx方向に沿って配列され、ヨーク22の内側に固定されている。

【0019】磁石ユニット12は、x方向(永久磁石21の配列方向)に沿って周期的な磁束密度分布の磁場を形成する。また、磁石ユニット12が形成する磁場は、図4の磁場曲線に示すように、y方向(永久磁石21の長手方向)に関して略一定である。図4の縦軸は磁場の相対強度を表し、横軸はy方向の位置を表している。

【0020】一方、電機子ユニット11は、複数のコイル31と、冷却ジャケット32とで構成されている。複数のコイル31は、x方向に沿って配列されている。また、複数のコイル31は、一定の関係で電氣的に接続され、2以上のグループに分けられる。各グループのコイル31は直列に接続されている。そして、各グループには、所定の位相を持つ交流電流が供給される。

【0021】冷却ジャケット32は、複数のコイル31を内部に収容する筐体である(構造および材料の詳細については後述する)。そして、冷却ジャケット32とコイル31との間には、冷却媒体(例えばフロリナート(商品名))用の流路33が形成されている。また、冷却ジャケット32には、図1に示す両端(11a, 11b)側に、冷却媒体を内部に取り入れるための流入口34と、冷却媒体を外部に排出するための流出口35とが設けられている。図示省略したが、流入口34と流出口35との間には、冷却媒体の温度と流量と圧力とを調整するための機構が管路を介して接続されている。

【0022】このように構成されたリニアモータ10では、電機子ユニット11のコイル31に交流電流を供給すると、コイル31を流れる電流と磁石ユニット12による磁場とが作用し合い、推進力が発生する。その結

果、可動子である磁石ユニット12が固定子である電機子ユニット11に沿ってx方向に移動する。また、この作動時、電機子ユニット11の流路33には、冷却ジャケット32の流入口34から取り入れられた冷却媒体が、一定の流量および圧力で流される。流路33を流れる冷却媒体は、通電によってコイル31から放出される熱を吸収して昇温され、冷却ジャケット32の流出口35から排出される。

【0023】このように、リニアモータ10の作動時、交流電流が供給されているコイル31は、冷却媒体によって強制冷却される。その結果、より多くの電流を供給しても、リニアモータ10の動作時の温度上昇を抑制でき、モータの推進力を高めることができる。

【0024】なお、充分な冷却能力を得るため、流路33に流される冷却媒体の圧力は、50kPa～60kPaの範囲内に設定される。このため、冷却ジャケット32は、図5の変形曲線に示すように、外方へ膨らんだ状態となる。図5の縦軸は変形量を表し、横軸はy方向の位置を表している。冷却ジャケット32の外壁が磁石ユニット12の永久磁石21と接触すると、リニアモータ10が不作動になったり、リニアモータ10に損傷や変形が生じるため、冷却ジャケット32と永久磁石21との間隔 t_1 は、冷却ジャケット32の最大変形量 Δz_1 より大きく設定されている。

【0025】さて次に、冷却ジャケット32の構造および材料について具体的に説明する。冷却ジャケット32は、図1、図3、図5に示すように、2種類の異なる材料41、42が厚さ方向に積層された積層部32aと、1種類の材料からなる外枠部32bとで構成されている。冷却ジャケット32の厚さ方向は、磁石ユニット12が形成する磁場の方向に略平行である。

【0026】積層部32aの大きさは、リニアモータ10の作動時に磁石ユニット12の永久磁石21が移動可能な範囲とほぼ等しい。すなわち、積層部32aは、リニアモータ10の作動時、冷却ジャケット32が磁石ユニット12の永久磁石21から磁場を受ける範囲に設けられていることになる。積層部32aは、x方向に細長い矩形形状である。なお、「磁場を受ける範囲」とは、磁場を受ける全ての部分、もしくは一部分のことをいう。

【0027】ここで、積層部32aの大きさについて詳細に説明する。積層部32aのy方向の幅 D_1 (図5)は、磁石ユニット12の永久磁石21が形成するy方向の磁場(図4)に応じて、磁場の強さがピーク値の7割程度となる位置 y_1 、 y_2 の間隔 D_2 と等しくなるように決定されている。積層部32aのx方向の幅を同様に決定しても良い。この場合、積層部32aは、磁石ユニット12の動作範囲のうち、磁石ユニット12の永久磁石21から所定値(ピーク値の7割)以上の磁場を受ける範囲に設けられていることになる。

【0028】次に、冷却ジャケット32の材料について

説明する。積層部32aのうち、外部に露出している材料41(第1材料)は、オーステナイト系ステンレス鋼である。オーステナイト系ステンレス鋼(以下ではSUS材と称す)は、非磁性の金属材料であり、耐光性に優れ、電気伝導率と熱伝導率が小さく、ヤング率(縦弾性係数)と剛性率が高く、錆び難いという特徴を備えている。

【0029】また、積層部32aのうち、上記の材料41の内側に隣接して配置された材料42(第2材料)は、カーボン繊維強化プラスチック(carbon fiber reinforced plastic: CFRP)である。CFRPは、非磁性の非導電材料であり、金属材料と同程度の高いヤング率、剛性率を有すると共に、軽量であるという特徴を備えている。CFRPには、その厚さを微細な間隔(0.1mm～0.15mm程度)で自在に設定可能という特徴もある。

【0030】外枠部32bの材料は、上記した積層部32aの材料41と同様、SUS材である。すなわち、冷却ジャケット32は、外側が全てSUS材で覆われ、永久磁石21から所定値(ピーク値の7割)以上の磁場を受ける部分のみ、SUS材の内側にCFRPが配置されていることになる。

【0031】次に、冷却ジャケット32を構成する積層部32aの厚さ t_2 (図5)について説明する。上記したように、冷却ジャケット32とコイル31との間の流路33には、50kPa～60kPa程度の圧力で冷却媒体が流されるため、冷却ジャケット32は、外方へ膨らんだ状態となる(最大変形量 Δz_1)。

【0032】ここで、冷却媒体の圧力 p および積層部32aのバネ定数 k が一定と仮定した場合、冷却ジャケット32の積層部32aを薄くすると、最大変形量 Δz_1 は大きくなる。逆に、積層部32aを厚くすると、最大変形量 Δz_1 は小さくなる。すなわち、積層部32aの厚さ t_2 と最大変形量 Δz_1 との和 t_B には、極小値が存在する(圧力 p 、バネ定数 k は一定)。

【0033】上記の和 t_B と、最大変形量 Δz_1 と、積層部32aの厚さ t_2 と、積層部32aのバネ定数 k と、冷却媒体の圧力 p との関係は、次の式(1)、式(2)で表される。式(2)の“ n ”は、積層部32aの厚さ t_2 が最大変形量 Δz_1 に対して、どの程度寄与するかを示すパラメータである。

$$t_B = t_2 + \Delta z_1 \quad \dots(1)$$

$$\Delta z_1 = k \times p \times (1.5/t_2)^n \quad \dots(2)$$

また、リニアモータ10の特性を高めるには、積層部32aの厚さ t_2 と最大変形量 Δz_1 との和 t_B をできるだけ小さくすることが望まれる。電機子ユニット11のコイル31と磁石ユニット12の永久磁石21との間のギャップ損失を小さくできるからである。

【0034】このため、本実施形態では、冷却媒体の圧力 p と積層部32aのバネ定数 k がある値に決められた

ときに、積層部32aの厚さ t_2 と最大変形量 Δz_1 との和 t_B が極小値となるような厚さ t_2 を最適厚として求め、この最適厚に基づいて積層部32aを形成する。図6は、積層部32aのバネ定数 k が例えば0.011mm/kPaのときに、上記の和 t_B が極小値となるような最適厚 t_2 と、冷却媒体の圧力 p との関係を示す図である($n=2.5$)。この場合、冷却媒体の圧力 p を60kPaに設定しようとする、積層部32aの最適厚 t_2 は1.6mm程度となる。

【0035】つまり、積層部32aのバネ定数が $k=0.011\text{mm/kPa}$ 、冷却媒体の圧力が $p=60\text{kPa}$ のとき、積層部32aの厚さ t_2 が1.6mm程度であれば、上記の和 t_B が極小値となり、リニアモータ10の特性を高めることができる。

【0036】また、積層部32aを構成する2種類の材料41,42の厚さ配分については、次のようにして決められる。外側の材料41(SUS材)の厚さは、リニアモータ10の作動時に、材料41(SUS材)の内部に発生する渦電流の量を考慮して決定される。積層部32aの厚さ t_2 の1/3~1/6程度に薄くすることが望ましい。本実施形態では、例えば、積層部32aの厚さ t_2 が1.6mmのとき、外側の材料41(SUS材)を0.3mmとする。

【0037】内側の材料42(CFRP)の厚さは、微細な間隔(0.1mm~0.15mm程度)で自在に設定できるため、積層部32aの厚さ t_2 (例えば1.6mm)から外側の材料41(SUS材)の厚さ(例えば0.3mm)を差し引いた分に設定される。また、本実施形態において、外枠部32b(SUS材)の厚さは、上記した積層部32aの厚さ t_2 (例えば1.6mm)と同程度に設定される。

【0038】最後に、上記した冷却ジャケット32を実際に組み立てる際の具体的な部材について、図7を用いて説明する。図7は、図1のB-B断面図のうち、冷却ジャケット32のみを示した斜視図である。冷却ジャケット32は、上記した積層部32aと同じ形状および大きさ(図1参照)の矩形開口51を有する外枠部材52と、矩形開口51に合致する形状および大きさの積層部材53と、外枠部材52と積層部材53との接合を補強するために設けられたx方向に細長い補強部材54とで構成される。

【0039】また、積層部材53は、矩形開口51と同じ形状および大きさのCFRP板55と、矩形開口51より僅かに大きいSUS板56とで構成される。このうち、CFRP板55は、CFRPの薄板であり、板厚が上記した積層部32aの材料42と同じである(例えば1.3mm)。SUS板56は、SUS316等の薄板であり、板厚が上記した積層部32aの材料41と同じである(例えば0.3mm)。

【0040】この積層部材53では、SUS板56が外

部に露出しており、CFRP板55はSUS板56の内側に隣接して配置されている。SUS板56とCFRP板55とは、接着剤によって接合されて(接着部61)、積層部材53として一体化される。冷却ジャケット32を構成する他の部材(外枠部材52、補強部材54)は、何れも、SUS316等の薄板である。外枠部材52の板厚は、上記した外枠部32bと同じである(例えば1.6mm)。補強部材54の板厚は、上記した積層部材53のSUS板56と同じである(例えば0.3mm)。

【0041】上記した外枠部材52と積層部材53と補強部材54とを互いに接合し、冷却ジャケット32として一体化するため、レーザ溶接と接着剤とが用いられる。つまり、外枠部材52と積層部材53(SUS板56)とは、レーザ溶接を用いて接合される(溶接部62)。また、積層部材53(CFRP板55)と補強部材54とは、接着剤によって接合される(接着部63)。さらに、補強部材54と外枠部材52とは、レーザ溶接を用いて接合される(溶接部64)。

【0042】なお、積層部材53のCFRP板55から溶接部62,64までの距離 D_3 は、2mm程度に設定され、レーザ溶接時の熱がCFRP板55に伝達しないようになっている。上記したように、第1実施形態のリニアモータ10では、冷却ジャケット32の外側を全てSUS材で覆うと共に、永久磁石21から所定値(ピーク値の7割)以上の磁場を受ける部分のみ、SUS材の内側にCFRPを配置したため、次の効果を奏する。

【0043】まず、リニアモータ10の作動中に、可動子である磁石ユニット12が固定子である電機子ユニット11に沿ってx方向に移動し、冷却ジャケット32を貫く磁束 Φ (図8(a))が時間的に変化しても、非導電材料である内側の材料42(CFRP板55)に渦電流が発生することはない。なお、冷却ジャケット32を貫く磁束 Φ (図8(a))が時間的に変化すると、冷却ジャケット32の外側の材料41(SUS板56)には、図8(b)に示すように、渦電流 I_b が発生する。

【0044】しかし、第1実施形態のリニアモータ10では、冷却ジャケット32の内側の材料42(CFRP板55)分だけ、外側の材料41(SUS板56)を薄くできるため、冷却ジャケット32における全体的な渦電流 I_b の発生量を非常に小さく抑えることができる。ちなみに、外側の材料41(SUS板56)を積層部32a(積層部材53)の1/mの厚さにした場合、渦電流 I_b の発生量は、従来のように積層部32a(積層部材53)全体を金属材料のみで構成したとき(図18の渦電流 I_a)の1/mに低減できる。

【0045】したがって、リニアモータ10の作動時、可動子の磁石ユニット12に加わる粘性抵抗力 F_2 も非常に小さくなる。冷却ジャケット32に発生する渦電流 I_b の量が従来の1/mであれば、粘性抵抗力 F_2 も従来

(図17、図18の粘性抵抗力 F_1)の1/mに低減できる。さらに、可動子(磁石ユニット12)に加わる粘性抵抗力 F_2 が非常に小さいため、可動子の移動速度がほぼ一定に保たれ(等速度運動の維持)、リニアモータ10の良好な作動状態が得られる。

【0046】また、作動中に推進力を補う必要がないため、電機子ユニット11のコイル31に供給する電流を小さくすることができる。その結果、推進力のリップル成分が小さくなり、リニアモータ10の振動を小さく抑えることができる。なお、冷却ジャケット32に発生する渦電流 I_b の量が従来の1/mであれば、コイル31に供給する電流は従来の1/mで済み、推進力のリップル成分は従来の1/mに低減できる。

【0047】さらに、電機子ユニット11のコイル31に供給する電流を小さくできるため、リニアモータ10の省電力化や、発熱量自体の低減も図られる。また、第1実施形態のリニアモータ10では、冷却ジャケット32のうち、永久磁石21から所定値(ピーク値の7割)以上の磁場を受ける部分を2重構造とし、非導電材料である材料42(CFRP板55)を耐光性に優れた材料41(SUS板56)で覆っているため、高エネルギーの光線(例えば紫外線)に晒されても劣化することはない。

【0048】さらに、第1実施形態のリニアモータ10では、永久磁石21によって形成される磁場のピーク値の7割(図4)を基準に、冷却ジャケット32の積層部32aの大きさ D_1 (図5)を決定したため($D_1 = D_2$)、冷却ジャケット32における渦電流 I_b の発生量を確実に低減できるだけでなく、冷却ジャケット32の全体的な耐久性を確保することもできる。

【0049】なお、冷却ジャケット32の積層部32aの幅 D_1 (図5)は、永久磁石21自体の幅 D_4 (図4)より狭い。このため、永久磁石21の両端21a、21b付近は、冷却ジャケット32の外枠部32b、つまり、厚いSUS材(例えば1.6mm)の部分に対向している。しかし、永久磁石21の両端21a、21b付近において、磁場はピーク値の7割以下であり、磁場の二乗と磁場の面積に比例する粘性抵抗力 F_2 は、作用する面積の小ささと、中心位置 y_0 の半分以下になることで、総合的な粘性抵抗力の増大は無視できる。

【0050】また、第1実施形態のリニアモータ10では、x方向(磁石ユニット12の移動方向)に関して、冷却ジャケット32の積層部32aは可動子の永久磁石21が移動可能な範囲に設けられ、積層部32aと隣接する部分(外枠部32b)はSUS材にて構成されている(図1)。したがって、リニアモータ10の通常の作動時、可動子の永久磁石21は、常に冷却ジャケット32の積層部32aと対向し、非常に小さな粘性抵抗力 F_2 しか受けることはない。しかし、リニアモータ10の誤動作などにより、可動子の永久磁石21が正常な移動範囲(積層部32a)を越えてx方向に移動してしまうこと

が有り得る。

【0051】第1実施形態のリニアモータ10では、x方向(可動子の移動方向)に関して、積層部32aと隣接する部分(外枠部32b)が導電材料のSUS材で構成されているため、上記の誤動作時に、正常な移動範囲(積層部32a)を越えてしまった可動子には、非常に大きな粘性抵抗力が加わる(ブレーキが掛かる)ことになる。つまり、x方向(可動子の移動方向)に関して積層部32aと隣接する導電材料の部分(外枠部32b)は、可動子に対する制動部として機能することになる。その結果、可動子の移動速度は急激に低下し、停止する。したがって、誤動作などによるリニアモータ10の破損を低減することができる。

【0052】なお、上記した第1実施形態のリニアモータ10では、x方向(可動子の移動方向)に関する積層部32aの大きさを、正常動作時の可動子(磁石ユニット12の永久磁石21)の移動範囲とほぼ等しくする例を説明したが、図9(a)に示すように、正常動作時の可動子(永久磁石21)の移動範囲 Δx_1 より狭い範囲 Δx_2 に限定して、積層部32aを設けても良い。

【0053】積層部32aの範囲 Δx_2 は、例えば、正常動作時に可動子(永久磁石21)が一定の速度(図9(b)の最高速度 V_{max})で移動する範囲に設定することができる。図9(b)の縦軸は可動子の移動速度を表し、横軸はx方向の位置を表している。この場合、外枠部32bは、可動子(永久磁石21)が減速または加速する範囲 Δx_3 、 Δx_4 まで延在して設けられる。

【0054】このため、正常動作時の可動子(永久磁石21)は、一定の速度(V_{max})で移動するときに積層部32aと対向し、減速または加速するときに外枠部32bと対向することになる。積層部32aと対向している間、可動子(永久磁石21)には、非常に小さな粘性抵抗力(F_2)しか加わらない。これに対し、外枠部32bと対向している間、可動子(永久磁石21)には、粘性抵抗力(F_2)より大きい粘性抵抗力が加わってしまうが、このときの可動子の速度は遅いため、粘性抵抗力がそれほど増大することはない。

【0055】また、図9(a)の構成において、正常動作時の可動子(永久磁石21)が移動可能な範囲 Δx_1 の外側に位置する範囲 Δx_5 、 Δx_6 において、外枠部32bに挟まれた空間に、高導電材料36を設けても良い。これにより、上記した制動部としての機能を高めることができ、誤動作時の可動子を確実に停止させることができる。

【0056】さらに、上記した第1実施形態のリニアモータ10では、冷却ジャケット32の外枠部32bの厚さを積層部32aの厚さ t_2 (例えば1.6mm)と同程度に設定する例を説明したが、図10に示すように、y方向に関して積層部32aと隣接する外枠部32bの部分32cを積層部32aより厚くしても良い。y方向に関

して積層部32aと隣接する部分32cの厚さ t_3 と積層部32aの厚さ t_2 との差 $\Delta t (=t_3-t_2)$ は、冷却ジャケット32の変形曲線(図5)に基づいて、最大変形量 Δz_1 と位置 y_1, y_2 (部分32cと積層部32aとの境界位置)における変形量 Δz_2 との差($\Delta z_1-\Delta z_2$)以下の値に設定することができる。

【0057】このように、y方向に関して積層部32aと隣接する部分32cを積層部32aより厚くすることで、冷却ジャケット32の全体的な剛性を上げることができる。その結果、冷却ジャケット32の最大変形量 Δz_1 (図5)が小さくなるため、電機子ユニット11のコイル31と磁石ユニット12の永久磁石21との間のギャップ損失を小さくすることができ、リニアモータ10の特性が向上する。

【0058】同様に、x方向に関して積層部32aと隣接する外枠部32bの部分を積層部32aより厚くしても良い。この場合には、冷却ジャケット32の全体的な剛性を上げることができただけでなく、上記した制動部としての機能を高め、リニアモータ10の誤動作時に、可動子の磁石ユニット12を確実に停止させることができる。

【0059】また、上記した第1実施形態のリニアモータ10では、冷却ジャケット32を実際に組み立てる際の部材構成として補強部材54(図7)を用いる例を説明したが、この補強部材54は省略することもできる。この場合、図11に示すように、外枠部材52の矩形開口51と積層部材53のCFRP板55には30度の傾斜が付けられ、積層部材53のSUS板56はCFRP板55の傾斜部分に沿って折り曲げられる。そして、外枠部材52と積層部材53(SUS板56)とをレーザ溶接を用いて接合する(溶接部65)ことで、冷却ジャケット32として一体化される。

【0060】また、図12に示すように、外枠部材52の矩形開口51と積層部材53のCFRP板55に傾斜を付けなくても良い。この場合、積層部材53のSUS板56は、CFRP板55に沿ってコ字型に内側まで折り曲げられる。そして、外枠部材52と積層部材53(SUS板56)とをレーザ溶接を用いて接合する(溶接部66)ことで、冷却ジャケット32として一体化される。

【0061】上記した図11、図12の部材構成によれば、1回のレーザ溶接で外枠部材52と積層部材53(SUS板56)とを接合できる利点がある。また、図11の部材構成の方が図12の部材構成より引っ張りに強いという利点がある。さらに、上記した第1実施形態のリニアモータ10では、冷却ジャケット32の積層部材53を構成するに当たり、CFRP板55の外側の表面にSUS板56を接着する例を説明したが、本発明はこの構成に限定されない。

【0062】例えば、図13に示すように、CFRP板

55の外側の表面に数10 μ m程度の薄い金属めっき膜57を施しても良い。この場合の積層部材53と外枠部材52との接合は、接着剤を用いて行われる(接着部59)。この接着部59に、ねじ止めを併用しても良い。さらに、金属めっき膜57を施す代わりに、紫外線を反射する金属以外の材料(例えば誘電体の多層膜)をコーティングしても良い。誘電体の多層膜の具体例としては、 ZrO_2, HfO_2, Y_2O_3 などの高屈折率誘電体膜と、 SiO_2, MgF_2 などの低屈折率誘電体膜とが、交互に複数積層された公知の紫外線反射膜を用いることが考えられる。

【0063】(第2実施形態)次に、本発明の第2実施形態を詳細に説明する。本発明の第2実施形態は、請求項1～請求項9に対応する。第2実施形態のリニアモータ70は、ムービングコイル型であり、図14に示すように、支持部116によってステージ装置600のベース部602(図16)に固定された磁石ユニット110と、可動ステージ607に固定される電機子ユニット120とで構成されている。

【0064】このリニアモータ70では、断面がコ字型の磁石ユニット110の凹部110Aに、断面がT字型の電機子ユニット120が滑動自在に嵌合されている。ここで、磁石ユニット110の凹部110Aには、その壁面に多数の永久磁石(発磁体)112が配置されている。また、電機子ユニット120は、不図示のコイルと、該コイルを覆う冷却ジャケット71とで構成されている。コイルは、ステージ装置600(図16)の駆動回路(図示省略)に、図示省略の配線を介して電気的に接続されている。

【0065】電機子ユニット120の冷却ジャケット71とコイルとの間には、冷却媒体用の流路が形成されている。そして、温度調節装置200(図17)からの冷却媒体によって、冷却ジャケット71の内部に収容されたコイルが冷却される。ここで、冷却ジャケット71は、2種類の異なる材料が厚さ方向(磁場の方向)に積層された積層部71aと、1種類の材料からなる外枠部71bとで構成されている。

【0066】積層部71aは、リニアモータ70の作動時、冷却ジャケット71が磁石ユニット110の永久磁石112から磁場を受ける範囲に設けられている。積層部71aは、x方向(電機子ユニット120の移動方向)に細長い矩形状であり、冷却ジャケット71の一端71cから他端71dまで延在して設けられる。

【0067】なお、積層部71aの詳細な大きさと、積層部71a、外枠部71bの材料および厚さについては、上記した積層部32a、外枠部71bと同じであるため、ここでの説明を省略する。このように構成されたムービングコイル型のリニアモータ70では、可動子の電機子ユニット120が固定子の磁石ユニット110に対してx方向に移動したとき、可動子(電機子ユニット

120)の冷却ジャケット71に発生する渦電流の量が非常に小さいため、可動子(電機子ユニット120)に加わる粘性抵抗も非常に小さくなる。

【0068】また、冷却ジャケット71を構成する積層部71aの非導電材料(CFRP)の外側には、耐光性に優れた材料(SUS材)が配置されているため、高エネルギーの光線(例えば紫外線)に晒されても劣化することはない。上記した実施形態では、磁束の発生手段(発磁体)として永久磁石を用いたが、これに代えて電磁石などを用いても良い。

【0069】上記した実施形態では、冷却ジャケット32,71の積層部32a,71aを2重構造(外側がSUS材、内側がCFRP)とする例を説明したが、積層部32a,71aは3重構造にしても良い。この場合、積層部32a,71aのCFRP(非導電材料)の内側にもSUS材を貼り付けることが好ましい。上記した実施形態では、積層部32a,71aの外側の材料41としてSUS材を用いたが、その他に、非磁性の導電材料(金属材料など)を用いることができる。

【0070】上記した実施形態では、積層部32a,71aの内側の材料42としてCFRPを用いたが、その他に、非導電材料(セラミックなどの焼結材料)を用いることができる。上記した実施形態では、リニアモータ10,70の作動時に冷却ジャケット32,71が磁石ユニット12,110の永久磁石21,112から磁場を受ける範囲に積層部32a,71aを設けたが、本発明は、この構成に限定されない。

【0071】例えば、図15に示すように、積層部32a,71aに代えて、1枚のセラミック板72を設けても良い。この場合のセラミック板72と外枠部材52との接合は、接着剤を用いて行われる(接着部73)。セラミック材料は、耐光性に優れた非導電材料であるため、上記の積層部32a,71aを設けた構成と同様の効果が得られる。

【0072】さらに、セラミック材料は高価であるが、セラミック板72を設ける箇所が冷却ジャケット(32,71)の一部分(磁場を受ける範囲)に限定されるため、従来に比べて冷却ジャケット(32,71)を安価に構成できるという効果もある。なお、セラミック板72に代えて、ガラス板を用いることもできる。上記した実施形態では、冷却ジャケット32,71が磁場を受ける部分のみに積層部32a,71aを設けたが、冷却ジャケット32,71を全体的に積層部32a,71aで構成しても良い。

【0073】上記した実施形態では、直線方向の駆動力(推進力)を発生するリニアモータ10,70の例を説明したが、回転方向の駆動力(トルク)を発生する回転モータや、ボイスコイルモータ、あるいは、いわゆる「E型」の電磁石ユニットなど、電機子ユニットのコイルに対する冷却機構を備えた各種モータにも、本発明を適用

できる。

【0074】(第3実施形態)以下、本発明の第3実施形態を詳細に説明する。本発明の第3実施形態は、請求項13に対応する。この第3実施形態は、上記した第1実施形態のリニアモータ10を駆動手段として用いたステージ装置600に関する。ステージ装置600は、その用途は限定されないが、例えば、半導体素子や液晶表示素子などの製造に用いられる露光装置に組み込まれ、マスク(不図示)に形成されたパターンが転写されるウェハ(基板)Wの移動手段として用いられる。

【0075】ステージ装置600は、図16に示すように、X軸およびY軸の2軸のX-Yステージ装置であり、ベース部602上をX方向(図中矢印Xで示す方向)に駆動されるXステージ600Xと、Y方向(矢印Yで示す方向)に駆動されるYステージ600Yとを主たる構成要素としている。ここで、Yステージ600Yの上には試料台(不図示)が配置され、この試料台にウェハホルダ(図示省略)を介してウェハ(基板)Wが搭載される。ウェハWの上方には、図示省略の照射部が配置されており、照射部からマスク(共に図示省略)を介して照射された露光光によって、ウェハW上に予め塗布されたレジスト(図示省略)に対し、マスク上の回路パターンが転写されるようになっている。

【0076】ステージ装置600におけるXステージ600XおよびYステージ600Yの移動量は、各々、試料台のX方向の端部、Y方向の端部に固定された移動鏡605X,605Yと、これに対向するように、ベース部602に各々固定されたレーザ干渉計(不図示)とによって計測される。そして、この計測結果を基に、主制御装置(不図示)が、試料台(不図示)上のウェハ(基板)Wをベース部602上の所望の位置に移動制御するようになっている。

【0077】ステージ装置600のXステージ600Xは、2つのリニアモータ10X,10Xによって、ベース部602上をX方向に駆動される。2つのリニアモータ10X,10Xは、上記した第1実施形態のリニアモータ10(図1)と構成が同じであり、その詳細な説明は省略する。2つのリニアモータ10X,10Xの固定子である電機子ユニット11,11は、共に、ベース602上に取付部116,116にて固定され、可動子である磁石ユニット12,12は、各々、固定板607,607を介してXステージ600Xに固定されている。

【0078】2つのリニアモータ10X,10Xは、可動子(磁石ユニット12,12)の移動時に、冷却ジャケット32,32に発生する渦電流の量が非常に小さいため、可動子(磁石ユニット12)に加わる粘性抵抗も振動も非常に小さい。

【0079】また、ステージ装置600のYステージ600Yは、1つのリニアモータ10Yによって、ベース部602上をY方向に駆動される。リニアモータ10Y

は、上記した第1実施形態のリニアモータ10(図1)と構成が同じであり、その詳細な説明は省略する。リニアモータ10Yの固定子である電機子ユニット11は、Xステージ600Xに固定され、可動子である磁石ユニット12は、Yステージ600Yに固定されている。

【0080】リニアモータ10Yは、可動子(磁石ユニット12)の移動時に、冷却ジャケット32に発生する渦電流の量が非常に小さいため、可動子(磁石ユニット12)に加わる粘性抵抗力も振動も非常に小さい。なお、3つのリニアモータ10X, 10X, 10Yの固定子である電機子ユニット11, 11, 11では、その内部の流路に流される温度調整用の冷却媒体によってコイル(不図示)が冷却される。この冷却媒体は、温度調節装置200(図17)にて温度調節される。なお、固定子である電機子ユニット11, 11, 11と温度調節装置200(図17)とは、供給管221や排出管222など(図17)によって接続されている。

【0081】第3実施形態のステージ装置600では、リニアモータ10X, 10X, 10Yを構成する可動子(磁石ユニット12)の振動が非常に小さいため、Xステージ600XおよびYステージ600Yに対する精密な位置決め制御が可能となり、試料台(不図示)上のウェハ(基板)Wをベース部602上の所望のXY位置に精度良く移動制御できる。

【0082】上記した第3実施形態では、Xステージ600XをX方向に駆動する2つのリニアモータ10X, 10X、および、Yステージ600YをY方向に駆動する1つのリニアモータ10Yとして、第1実施形態のリニアモータ10(図1)を用いたが、第2実施形態のリニアモータ70を用いても同様の効果が得られる。

【0083】(第4実施形態)以下、本発明の第4実施形態を詳細に説明する。本発明の第4実施形態は、請求項14に対応する。この第4実施形態では、図17に示す露光装置700のレチクル(マスク)ステージ750の駆動手段として、上記した第1実施形態のリニアモータ10(図1)を用いた形態について説明する。第4実施形態では、第1実施形態のリニアモータ10がレチクルステージ750に組み込まれている。

【0084】ここで、露光装置700は、いわゆるステップ・アンド・スキャン露光方式の走査型露光装置である。この露光装置700は、図17に示すように、照明系710と、レチクル(フォトマスク)Rを保持するステージ可動部751と、投影光学系PLと、ウェハ(基板)WをX-Y平面内でX方向-Y方向の2次元方向に駆動するステージ装置800と、これらを制御する主制御装置720などを備えている。

【0085】照明系710は、光源ユニットから照射された露光光を、レチクルR上の矩形(あるいは円弧状)の照明領域IARに均一な照度で照射するものである。また、レチクルステージ750では、ステージ可動部7

51がレチクルベース(図示省略)上を所定の走査速度でガイドレール(図示省略)に沿って移動される。また、ステージ可動部751の上面にはレチクルRが、例えば真空吸着により固定される。また、ステージ可動部751のレチクルRの下方には、露光光通過穴(図示省略)が形成されている。

【0086】このステージ可動部751の移動位置は、反射鏡715、レチクルレーザ干渉計716によって検出され、ステージ制御系719は、この検出されたステージ可動部751の移動位置に基づく主制御装置720からの指示に応じて、ステージ可動部751を駆動する。

【0087】また、投影光学系PLは縮小光学系であり、レチクルステージ750の下方に配置され、その光軸AX(照明光学系の光軸IXに一致)の方向がZ軸方向とされる。ここではテレセントリックな光学配置となるように光軸AX方向に沿って所定間隔で配置された複数枚のレンズエレメントから成る屈折光学系が使用されている。

【0088】したがって、照明系710によりレチクルRの照明領域IARが照明されると、レチクルRの照明領域IAR内の回路パターンの縮小像(部分倒立像)が、ウェハW上の照明領域IARに共役な露光領域IAに形成される。なお、ステージ装置800は、平面モータ870を駆動手段として、テーブル818をX-Y面内で2次元方向に駆動するものである。

【0089】すなわち、ステージ装置800は、ベース部821と、このベース部821の上面の上方に数 μ m程度のクリアランスを介して浮上されるテーブル818と、このテーブル818を移動させる平面モータ870とを具えている。ここでテーブル818には、露光処理時、その上面にウェハ(基板)Wが、例えば真空吸着によって固定される。

【0090】また、テーブル818には移動鏡827が固定され、ウェハ干渉計831からレーザビームが照射されて、当該テーブル818のX-Y面内での移動位置が検出されるようになっている。このとき得られた移動位置の情報は、ステージ制御系719を介して主制御装置720に送られる。そして、ステージ制御系719は、この情報に基づく主制御装置720からの指示に従って、平面モータ870を作動させ、テーブル818をX-Y面内の所望の位置に移動させる。

【0091】テーブル818は、平面モータ870を構成する可動子(図示省略)の上面に、支持機構(図示省略)によって異なる3点で支持されており、平面モータ870によって、X方向、Y方向に駆動するのみならずX-Y面に対して傾斜させたり、Z軸方向(上方)に駆動させることができるようになっている。なお、平面モータ870は、公知の構成であり、平面モータ870のその他の説明は省略する。

【0092】なお、図中、符号821はベース部であり、その内部から生じる熱による温度上昇を防ぐための冷却媒体が、供給管221、排出管222、温度調節装置200の作用によって、循環されるようになっている。斯かる構成のレチクルステージ750を含む露光装置700においては、概ね、以下の手順で露光処理が行われる。

【0093】まず、レチクルR、ウェハWがロードされ、次いで、レチクルアラインメント、ベースライン計測、アラインメント計測などが実行される。アラインメント計測の終了後には、ステップ・アンド・スキャン方式の露光動作が行われる。露光動作にあたっては、レチクル干渉計716によるレチクルRの位置情報、ウェハ干渉計831によるウェハWの位置情報に基づき、主制御装置720がステージ制御系719に指令を出し、レチクルステージ750のリニアモータ10および平面モータ870によって、レチクルRとウェハWとが同期して移動し、所望の走査露光が行われる。

【0094】このようにして、1つのショット領域に対するレチクルパターンの転写が終了すると、テーブル818が1ショット領域分だけステップングされて、次のショット領域に対する走査露光が行われる。このステップングと走査露光とが順次繰り返され、ウェハW上に必要なショット数のパターンが転写される。ここで、上記のレチクルステージ750においては、リニアモータ10の固定子(電機子ユニット11)を構成するコイルに電流が適宜供給され、その移動量が制御される。この露光装置700のレチクルステージ750は、リニアモータ10の冷却効率が高く、その移動量制御を精細に行うことができる。

【0095】なお、上記した第3実施形態のステージ装置600および第4実施形態の露光装置700を用いた半導体デバイスの製造は、概ね、図18、図19に示す手順で行われる。すなわち、半導体デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、この設計ステップに基づいたレチクルを製作するステップ、シリコン材料からウェハを製作するステップ、前述した第4実施形態の露光装置700によりレチクルのパターンをウェハに転写するステップ、デバイス組み立てステップ(ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む)、検査ステップなどを経て製造される。

【0096】以下、デバイス製造方法について、更に詳細に説明する(請求項15)。図18には、デバイス(ICやLSIなどの半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシンなど)の製造例のフローチャートが示されている。この図に示されるように、まず、ステップ1001(設計ステップ)において、デバイスの機能・性能設計(例えば、半導体デバイスの回路設計など)を行い、その機能を実現するためのパターン設計を行う。引き続き、ステップ1002(マ

スク製作ステップ)において、設計した回路パターンを形成したマスク(レチクル)を製作する。一方、ステップ1003(ウェハ製造ステップ)において、シリコンなどの材料を用いてウェハを製造する。

【0097】次に、ステップ1004(ウェハ処理ステップ)において、ステップ1001～ステップ1003で用意したマスク(レチクル)とウェハを使用して、後述するように、リソグラフィ技術などによってウェハ上に実際の回路などを形成する。次いで、ステップ1005(デバイス組立ステップ)において、ステップ1004で処理されたウェハを用いてデバイス組立を行う。このステップ1005には、ダイシング工程、ボンディング工程、およびパッケージング工程(チップ封入)などの工程が必要に応じて含まれる。

【0098】最後に、ステップ1006(検査ステップ)において、ステップ1005で作製されたデバイスの動作確認テスト、耐久性テストなどの検査を行う。こうした工程を経た後にデバイスが完成し、これが出荷される。図19には、半導体デバイスの場合における、上記ステップ1004の詳細なフロー例が示されている。図19において、ステップ1011(酸化ステップ)においてはウェハの表面を酸化させる。ステップ1012(CVDステップ)においてはウェハ表面に酸化絶縁膜を形成する。ステップ1013(電極形成ステップ)においてはウェハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ1014(イオン打込みステップ)においてはウェハにイオンを打ち込む。

【0099】以上のステップ1011～ステップ1014それぞれは、ウェハ処理の各段階の前処理工程を構成しており、各段階において必要な処理に応じて選択されて実行される。ウェハプロセスの各段階において、上述の前処理工程が終了すると、以下のようにして後処理工程が実行される。この後処理工程では、まず、ステップ1015(レジスト形成ステップ)において、ウェハに感光剤を塗布する。引き続き、ステップ1016(露光ステップ)において、上で説明した露光装置を用いてマスクの回路パターンをウェハに転写する。次に、ステップ1017(現像ステップ)においては露光されたウェハを現像し、ステップ1018(エッチングステップ)において、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去る。そして、ステップ1019(レジスト除去ステップ)においてエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。

【0100】これらの前処理工程と後処理工程とを繰り返すことによって、ウェハ上に多重に回路パターンが形成される。なお、本発明のリニアモータ10は、実施の形態で示した露光装置以外の、マスクと基板とを同期移動してマスクのパターンを露光する走査型の露光装置(例えば、米国特許第5,473,410号)の駆動手段としても適用することができる。

【0101】また、本発明のリニアモータ10が用いられたステージ装置は、マスクと基板とを静止した状態でマスクのパターンを露光し、基板を順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート型の露光装置のステージ装置としても適用することができる。また、本発明のリニアモータ10は、投影光学系を用いることなくマスクと基板とを密接させてマスクのパターンを露光するプロキシミティ露光装置の駆動手段としても適用することができる。

【0102】また、本発明のリニアモータ10が用いられた露光装置は、半導体製造用の露光装置に限定されることはない。例えば、角型のガラスプレートに液晶表示素子パターンを露光する液晶用の露光装置や、薄膜磁気ヘッドを製造するための露光装置にも、本発明のリニアモータ10を適用できる。また、第4実施形態の露光装置の光源は、g線(436nm)、i線(365nm)、KrFエキシマレーザ(248nm)、ArFエキシマレーザ(193nm)、F₂レーザ(157nm)のみならず、X線や電子線などの荷電粒子線を用いることができる。例えば、電子線を用いる場合には電子銃として、熱電子放射型のランタンヘキサボライド(LaB₆)、タンタル(Ta)を用いることができる。さらに、電子線を用いる場合は、マスクを用いる構成としてもよいし、マスクを用いずに直接基板上にパターンを形成する構成としてもよい。

【0103】この場合には、投影光学系として、エキシマレーザなどの遠紫外線を用いる場合は硝材として石英や蛍石などの遠紫外線を透過する材料を用い、F₂レーザやX線を用いる場合は反射屈折系または屈折系の光学系にし(レチクルも反射型タイプのものを用いる)、また、電子線を用いる場合には光学系として電子レンズおよび偏向器からなる電子光学系を用いればよい。なお、電子線が通過する光路は真空状態にすることはいうまでもない。

【0104】また、本発明のリニアモータが駆動手段として適用される露光装置の投影光学系の倍率は、縮小系のみならず等倍および拡大系であってもよい。また、ウェハステージやレチクルステージに、本発明のリニアモータ10を用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。

【0105】また、本発明のリニアモータが適用されるステージとしては、ガイドに沿って移動するタイプに限らず、ガイドを必要としないガイドレスタイプであってもよい。なお、ウェハステージの移動により発生する反力に関しては、特開平8-166475号公報にて提案されている発明を利用して、フレーム部材を用いて、機械的に床側(大地)に逃がすようにしてもよい。

【0106】また、レチクルステージの移動により発生する反力に関しては、特開平8-330224号公報に

て提案されている発明を利用して、フレーム部材を用いて、機械的に床側(大地)に逃がすようにしてもよい。以上に説明した本発明のリニアモータが適用される露光装置は、特許請求の範囲に挙げた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。

【0107】これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。また、各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続などが含まれる。

【0108】この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。また、各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度などが管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

【0109】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、電機子ユニットのコイルを収容する冷却用の筐体において、外部から磁場を受ける部分に、耐光性を有する非導電材を設ける(例えば、耐光材料を外部に露出させ、その内側に非磁性の非導電材料を隣接して配置させる)ため、渦電流の発生量を非常に小さく抑えることができ、かつ、高エネルギーの光線に対する耐久性も高められる。

【0110】したがって、モータの可動子に加わる粘性抵抗(制動力)を非常に小さくすることで、電機子ユニットのコイルに供給する電流を小さくできる分だけ、可動子の振動を低減することもできる。さらに、上記のモータをステージ部の駆動手段として用いたステージ装置では、ステージ部に対する精密な位置決め制御が可能となり、ステージ装置全体として高機能化が図られる。

【0111】また、上記のステージ装置をレチクルステージまたはウェハステージとして用いた露光装置では、ステージ部に対する精密な位置決め制御が可能となるため、露光装置全体として高機能化が図られる。また、上記の露光装置を用いることにより、高精度なデバイスを効率よく製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態のリニアモータ10(ムービングマグネット型)の外観斜視図である。

【図2】リニアモータ10のA-A断面図である。

【図3】リニアモータ10のB-B断面図である。

【図4】磁石ユニット12によるy方向の磁場曲線を示す図である。

【図5】電機子ユニット11の冷却ジャケット32の変形曲線を示す図である。

【図6】冷却ジャケット32の積層部32aの厚さ(最適厚)と冷却媒体の圧力との関係を示す図である。

【図7】冷却ジャケット32を実際に組み立てる際の部材構成を示す断面図である。

【図8】リニアモータ10の作動時に発生する渦電流および粘性抵抗力を説明する図である。

【図9】冷却ジャケット32の別の構成を示す断面図である。

【図10】冷却ジャケット32の外枠部32bの変形例を説明する図である。

【図11】冷却ジャケット32を実際に組み立てる際の別の部材構成を示す断面図である。

【図12】冷却ジャケット32を実際に組み立てる際の別の部材構成を示す断面図である。

【図13】冷却ジャケット32を実際に組み立てる際の別の部材構成を示す断面図である。

【図14】第2実施形態のリニアモータ70(ムービングコイル型)の外観斜視図(a)および正面図(b)である。

【図15】冷却ジャケット32,71の磁場を受ける部分にセラミック板72を設けた構成を示す断面図である。

【図16】リニアモータ10が適用されたステージ装置600を示す斜視図である。

【図17】レチクルステージ750にリニアモータ10が用いられた露光装置700の全体構成を示す図である。

【図18】本発明にかかる露光装置を用いた半導体デバ

イスの製造プロセスを示す図である。

【図19】本発明にかかる露光装置を用いた半導体デバイスのより具体的な製造プロセスを示す図である。

【図20】従来のリニアモータ100の構成を示す断面図である。

【図21】従来のリニアモータ100の作動時に発生する渦電流および粘性抵抗力を説明する図である。

【符号の説明】

10, 70, 100 リニアモータ

11, 120 電機子ユニット

12, 110 磁石ユニット

21 永久磁石

31 コイル

32 冷却ジャケット

32a 積層部

32b 外枠部

33 流路

41, 42 材料

51 矩形開口

52 外枠部材

53 積層部材

54 補強部材

55 CFRP板

56 SUS板

61, 63 接着部

62, 64, 65, 66 溶接部

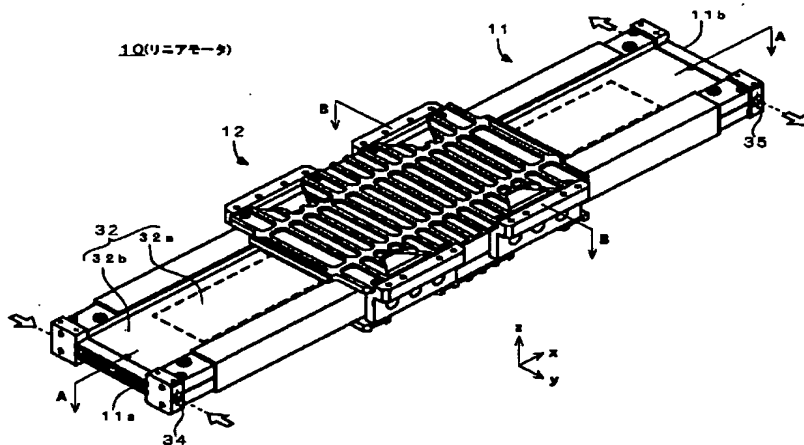
200 温度調整装置

600 ステージ装置

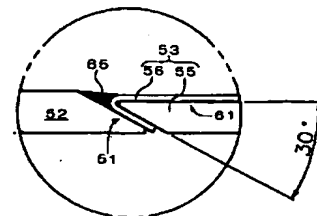
700 露光装置

750 レチクルステージ

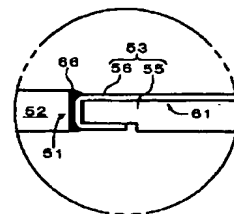
【図1】



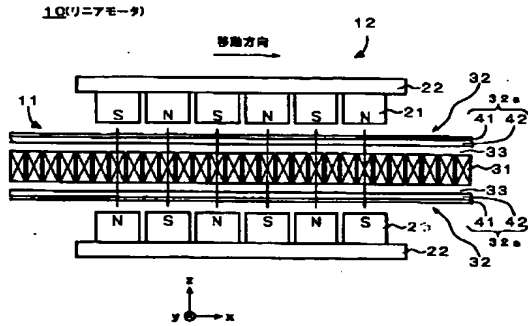
【図11】



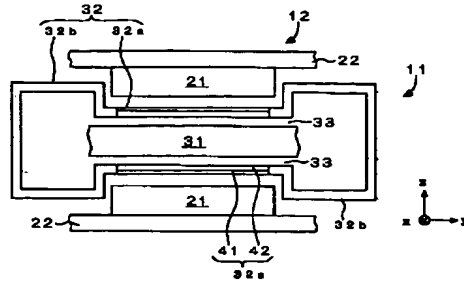
【図12】



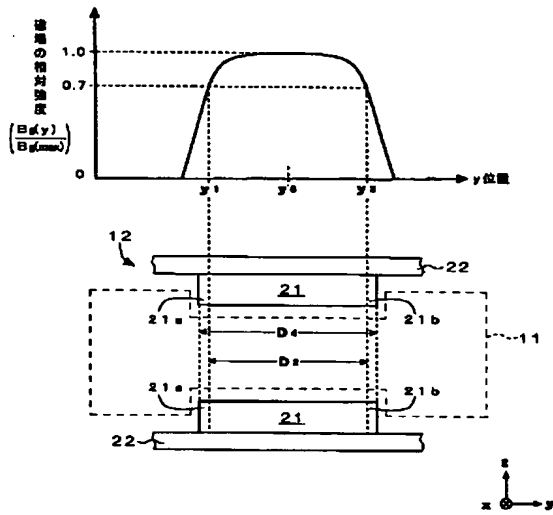
【図2】



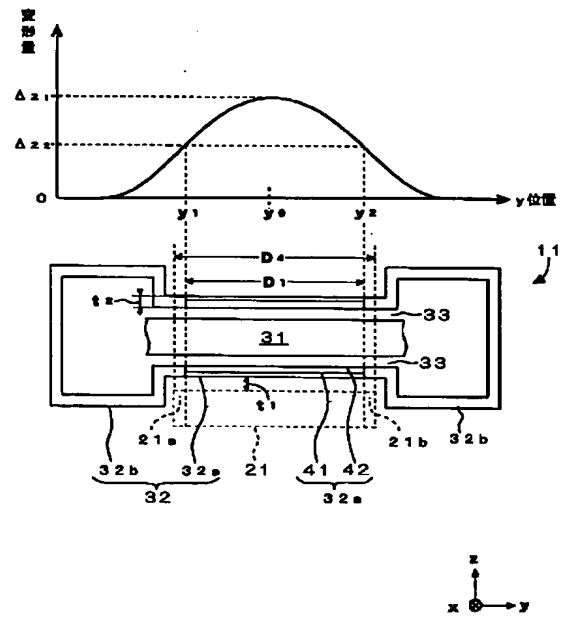
【図3】



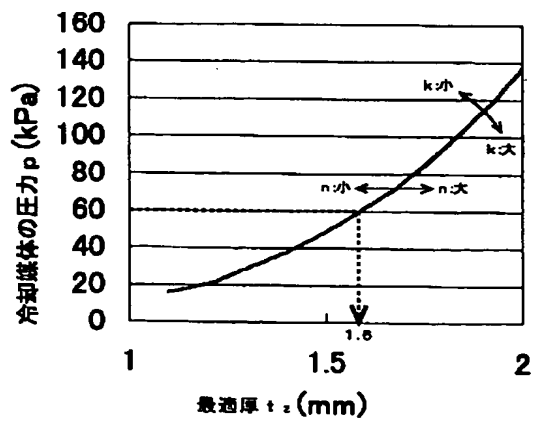
【図4】



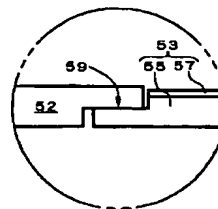
【図5】



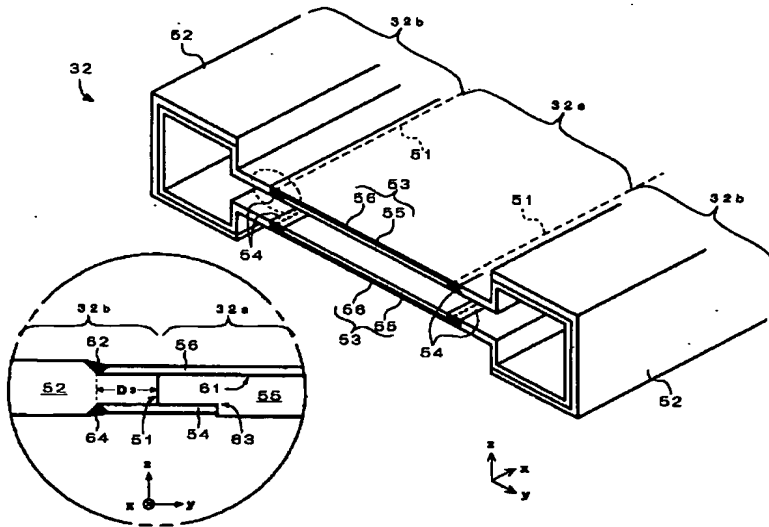
【図6】



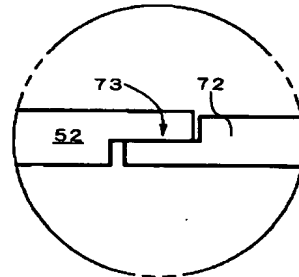
【図13】



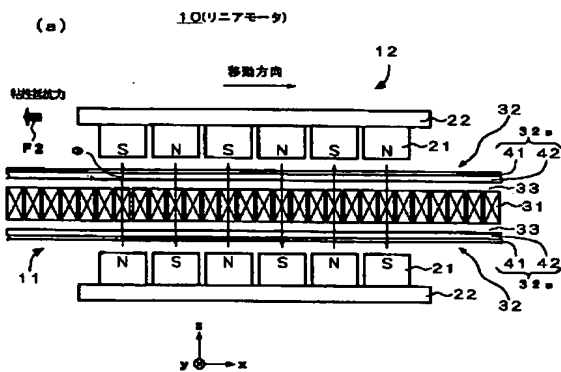
【図7】



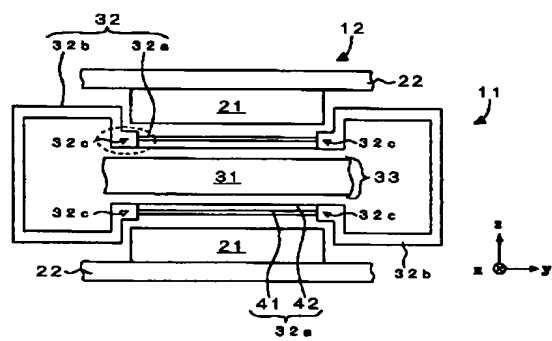
【図15】



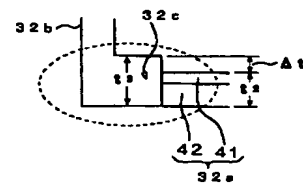
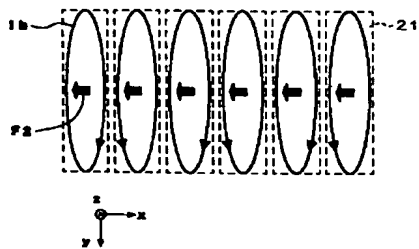
【図8】



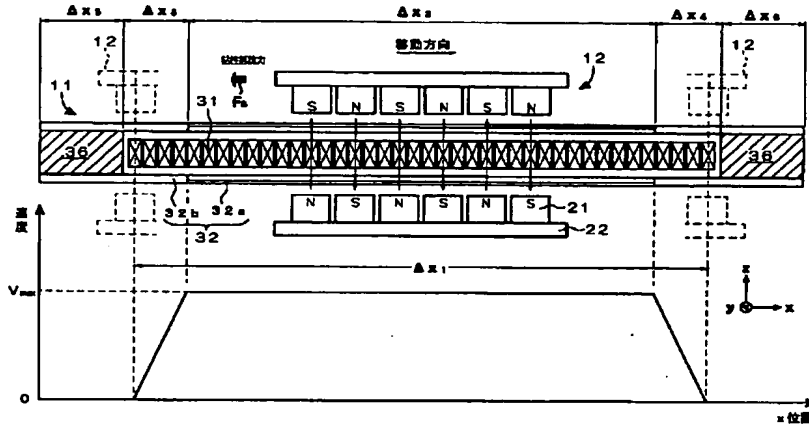
【図10】



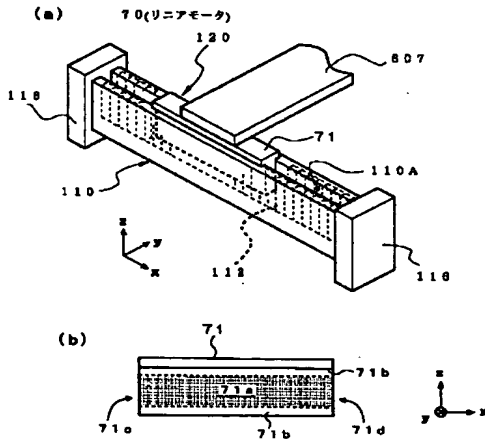
(b)



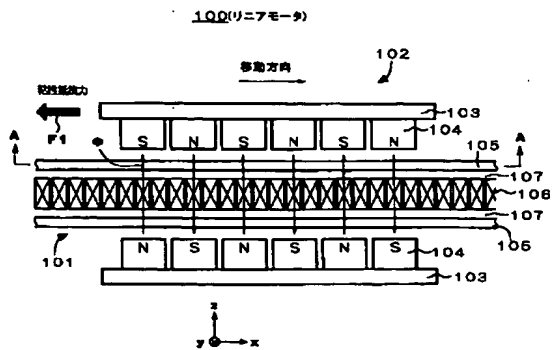
【図9】



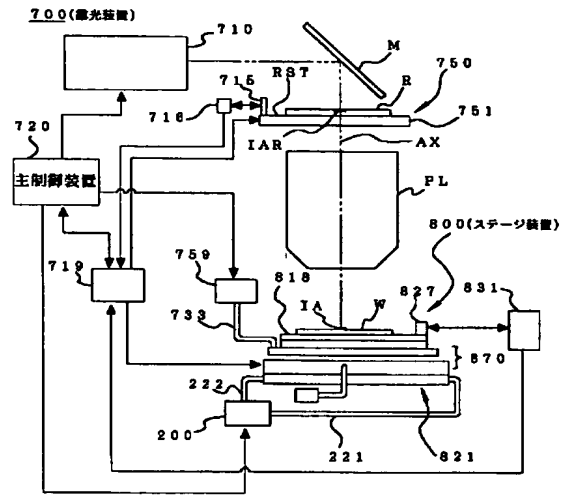
【図14】



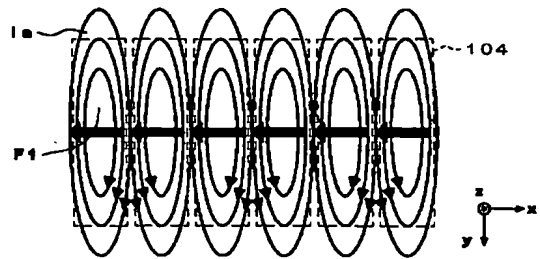
【図20】



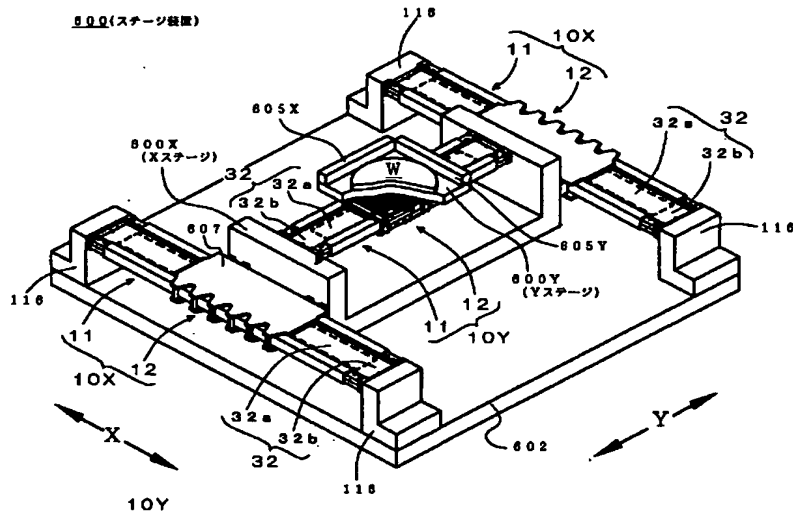
【図17】



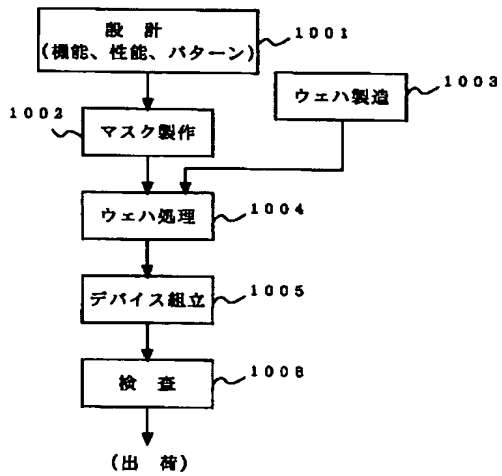
【図21】



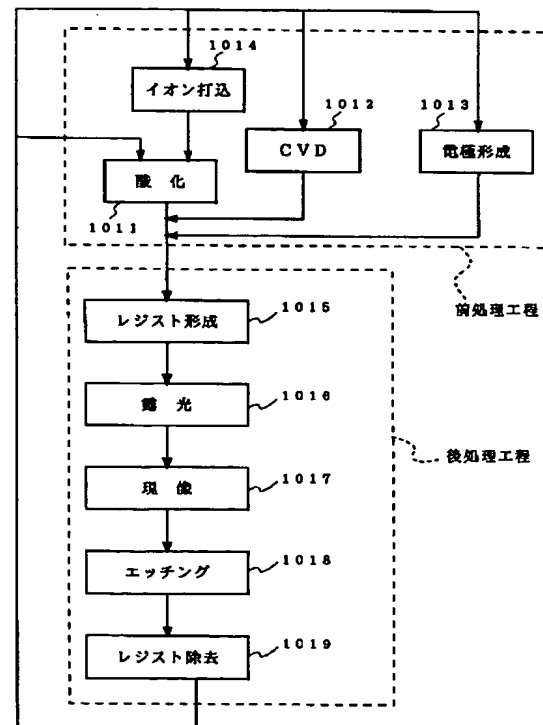
【図16】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5F046 BA05 CC01 CC02 CC03 CC18
5H609 BB08 PP02 PP09 QQ05 QQ10
RR26 RR33 RR73 RR74
5H641 BB06 BB18 BB19 GG02 GG03
GG05 GG07 GG12 HH02 HH03
HH05 HH06 JA12 JB04 JB05
JB09 JB10